

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 61-170551

(43)Date of publication of application : 01.08.1986

(51)Int.Cl.

C22F 1/18

C21D 9/00

(21)Application number : 60-013257

(71)Applicant : TOUGOU SEISAKUSHO:KK

(22)Date of filing : 25.01.1985

(72)Inventor : TOSHINO HIDEO
SHIGENO KIMHIKO**(54) SURFACE TREATMENT OF METALLIC MATERIAL AND TITANIUM ALLOY OR THE LIKE****(57)Abstract:**

PURPOSE: To increase the thickness of a residual compressive stress layer and to increase the residual compressive stress value by subjecting a metallic material to a peening treatment, heat treatment and peening treatment and subjecting further repeatedly the material to the heat treatment and the peening treatment.

CONSTITUTION: The metallic material is subjected to the peening treatment under the condition of about 0.20mmA arc height value to increase the thickness of the residual compressive stress layer. The material is subjected to the heat treatment at 100W300° C to fix the movable dislocation of the residual compressive stress layer after the above-mentioned 1st stage of the treatment and thereafter the material is subjected to the 2nd stage of the treatment for age hardening. The material is subjected to the peening treatment under the condition of the arc height value lower than in the 1st stage to increase the residual compressive stress value on the surface of the residual compressive stress layer as the 3rd stage. The material is subjected to the 2nd stage of the heat treatment and the 3rd stage of the peening treatment repeatedly successively to the above. The residual compressive stress layer having the excellent residual compressive stress distribution is formed by the above-mentioned method, by which the fatigue resistant characteristic, stress corrosion resistance characteristic, etc., of the metallic material are improved.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-170551

⑪ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和61年(1986)8月1日

C 22 F 1/18
C 21 D 9/00

6793-4K
6793-4K

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 金属材料およびチタン合金等の表面処理法

⑮ 特 願 昭60-13257

⑯ 出 願 昭60(1985)1月25日

⑰ 発 明 者 俊 野 英 男 愛知県愛知郡東郷町大字春木字蛭池1番地 株式会社東郷製作所内

⑱ 発 明 者 重 野 公 彦 愛知県愛知郡東郷町大字春木字蛭池1番地 株式会社東郷製作所内

⑲ 出 願 人 株式会社 東郷製作所 愛知県愛知郡東郷町大字春木字蛭池1番地

⑳ 代 理 人 弁理士 岡田 英彦

明 細 書

1. 発明の名称

金属材料およびチタン合金等の表面処理法

2. 特許請求の範囲

第1段階として残留圧縮応力値の厚さを増大するために処理深度を増大しうるピーニング条件で被処理材をピーニング処理してから、第2段階として100℃～300℃の温度条件で被処理材を熱処理し、次に、第3段階として表面の残留圧縮応力値を増大するために表面の残留圧縮応力値が最大となるピーニング条件で被処理材をピーニング処理し、さらに、最終段階の処理後の表面残留圧縮応力値が最終段階以前の表面残留圧縮応力値以上となるように前記第2段階の処理と前記第3段階の処理とを反復することを特徴とする金属材料およびチタン合金等の表面処理法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は薄板ばねやコイルばね等々に使用される金属材料およびチタン合金等に対し耐疲労特性

や耐応力腐食特性などを向上させるために適用される表面処理方法に関する。

(従来の技術)

従来の金属材料の表面処理方法の一つとしてショットピーニング処理や、細かいガラスビーズ等を噴射ノズルから圧縮空気とともに吹きつけるドライホーニング処理や、液体と細かい鋼球やガラスビーズ等との混合物を同様にして吹きつける液体ホーニング処理等のピーニング処理法が採用されている。ピーニング処理による加工度はJ S M A No 1 (1982)、S A E J 8 0 8 aで規定されているように例えば試験板の片面をピーニング処理し、処理後の板ぞりの弧の高さを測定するアークハイト値(μA)で判定される(但し、μAは試験板A極を使用し、若しくは試験板A極に換算したときのμAを示す)。また、ピーニング処理による処理効果の判断基準としては残留圧縮応力の分布状態、処理層の加工硬化度、表面粗さ等があり、相対的にアークハイトが大きい場合には表面の残留圧縮応力値および残留圧縮応力の最大

値は低くなるが、残留圧縮応力値のピーク点および残留圧縮応力値が0となるクロッシングポイントが深くなって残留圧縮応力層の厚さが増大する一方、アークハイトが小さい場合には表面の残留圧縮応力値は高くなるが残留圧縮応力層の厚さが低減する。

そして、従来のビーニング処理法による残留圧縮応力層は被処理材の表面から離隔した内層部に残留圧縮応力値のピーク点があり、このピーク点からクロッシングポイントに向かって残留圧縮応力値が漸減状に変化するように形成される。通常、強度にビーニング処理を施すと、処理深度は増大するが、表面およびピーク点の残留圧縮応力値が低下するため、従来のビーニング処理の場合にはとくに表面残留圧縮応力値の低下によって過大負荷条件下で被処理材の表面から亀裂が発生して破壊しやすい問題点があった。

本発明の目的は残留圧縮応力層の厚さを増大し、しかも、表面の残留圧縮応力値を増大しうる表面処理方法を提供することである。

面の残留圧縮応力値を増大し、金属材料の耐疲労特性等を向上するように構成したものである。

(実施例)

続いて、本発明の一実施例について説明する。

先づ、金属材料を被処理材として表面処理を行うに際し、第1段階として残留圧縮応力層の厚さを増大するために処理深度を増大しうるビーニング条件で被処理材をビーニング処理する。このようなビーニング条件としてはアークハイト値が望ましくは0.20 mm A以上、さらに望ましくは0.30 mm A以上となるようなビーニング処理を行うことが必要で、0.20 mm A以下では目的とする深い残留圧縮応力層を形成することができない。

次に、第1段階のビーニング処理で形成された残留圧縮応力層の可動転位を固定しかつ時効強化するために第2段階として100～300℃の温度条件で被処理材を熱処理する。この温度条件は炭素および窒素による歪時効現象を利用して可動転位を固定するため、最低温度を100℃とし、残留圧縮応力の消失を抑止するために最高温度を

(問題点を解決するための手段)

本発明は第1段階として残留圧縮応力層の厚さを増大するために処理深度を増大しうるビーニング条件で被処理材をビーニング処理してから、第2段階として100℃～300℃の温度条件で被処理材を熱処理し、次に、第3段階として表面の残留圧縮応力値を増大するために表面の残留圧縮応力値が最大となるビーニング条件で被処理材をビーニング処理し、さらに、最終段階の処理後の表面残留圧縮応力値が最終段階以前の表面残留圧縮応力値以上となるように前記第2段階の処理と前記第3段階の処理とを反復する表面処理方法を要旨とするものである。

(作用)

本発明方法は第1段階のビーニング処理で被処理材に深い残留圧縮応力層を形成し、第2段階の熱処理でこの残留圧縮応力層の可動転位を固着し、第3段階のビーニング処理で表面の残留圧縮応力値を高め、さらに、前記第2段階および第3段階の処理を反復して残留圧縮応力層の厚さおよび表

300℃とする。

続いて、前段階で形成された残留圧縮応力層の表面の残留圧縮応力値を増大するために、第3段階として第1段階のビーニング処理でのアークハイト値より小さく、表面の残留圧縮応力値が最大となるビーニング条件で被処理材をビーニング処理する。このようなビーニング条件としてはアークハイト値が望ましくは0.30 mm A以下、さらに、望ましくは0.20 mm A以下となるビーニング条件が推奨される。0.30 mm A以上のアークハイトとなるビーニング条件の場合には表面の残留圧縮応力値が第1段階での単独のビーニング処理による表面残留圧縮応力値と同等となるので目的とする処理効果を達成することができない。

さらに、第4段階として、第2段階の処理と第3段階の処理とを、最終段階でのビーニング処理による表面の残留圧縮応力値が常に最終段階の前段階のビーニング処理による表面の残留圧縮応力値以上となるように反復し、最終的に処理深度が大きくかつ表面の残留圧縮応力値が大きい残留圧

縮応力図を形成する。

次に、本発明の方法による処理効果を従来法、比較法の処理効果と対比するために実施した比較試験結果について具体的に説明する。供試材は弁ばね用シリコンクロム鋼オイルテンパー線（SWOSC-V種、線径4.0mm）である。

第1表は本発明法、従来法、比較法(1)、(2)の処理条件を一覧表にしたもので、第1段階のピーニング処理は各法の試料A、B、C、Dを同時に処理してある。比較法(1)の試料Cは本発明法における第2段階の工程の有効性を証するため処理したものである。

第1表

	第一段階	第二段階	第三段階	表面処理後の熱処理
本発明法 A	ショット ピーニング	230℃ ×20分	ドライホーニング アークハイト 0.08 mmA	220℃ × 20分
従来法 B	アークハイト 0.45 mmA	なし	なし	
比較法(1) C		なし	ドライホーニング アークハイト 0.08 mmA	
比較法(2) D	なし	なし		

第2表は上記4試料A、B、C、Dについて表面粗さ(μ)を測定した結果を示したものである。

第2表

	表面粗さ (Rz: +点平均粗さ, μ)
本発明法 A	9.4
従来法 B	9.1
比較法(1) C	9.3
比較法(2) D	1.9

比較法(2)の試料Dは加工エネルギーが小さいホーニング処理を行っているため、表面粗さは最も優れている。本発明法、比較法(1)の試料A、Cはドライホーニング処理を行っているにも拘らず表面粗さは従来法の試料Bと同等である。すなわ

そして、第1表に示す処理履歴を経た4つの試料A、B、C、Dについて表面からの深さ(E mm)に対する残留圧縮応力値(F kgf/mm²)をX線法により計測した結果では、第1図に示すように、比較法(1)の試料Cは本発明法の試料Aと同様にショットピーニング処理後ドライホーニング処理しているにも拘らず、第2段階の熱処理を経ないため、残留圧縮応力曲線は従来法の試料Bとほぼ一致しており、表面の残留圧縮応力値が最大値より低減している。これに対し本発明法の試料Aでは第1段階のショットピーニング処理による残留圧縮応力曲線と、第3段階のドライホーニング処理とによる残留圧縮応力曲線とが合成された曲線を描いて残留圧縮応力値が変化し、しかも、表面の残留圧縮応力値も従来法および比較法(1)の試料B、Cより高い数値を示している。比較法(2)の試料Dは加工エネルギーが小さいため、表面の残留圧縮応力値は大きい処理深度が浅く残留圧縮応力層の厚さが本発明法の試料Aより著しく小さい。

ち、最初の段階で加工エネルギーが大きいピーニング処理を行うと表面粗さはその段階で決定され、その後のピーニング処理による影響がすくないことを示している。

第3表は各試料A、B、C、Dの疲れ強さを回転曲げ疲れ試験機によって測定したものである。10⁷回における時間強さ(kgf/mm²)の平均値はステアケース法により求めた。

第3表

	10 ⁷ 回の時間強さの平均値 (kgf/mm ²)
本発明法 A	86.2
従来法 B	81.5
比較法(1) C	81.8
比較法(2) D	80.4

第 4 表

	表面からの破壊	内部（介在物）からの破壊
本発明法 A	14/20 (70%)	6/20 (30%)
従来法 B	18/18 (100%)	0/18 (0%)

本発明法の試料 A は従来法および比較法 (1) , (2) の試料 B , C , D に比較して一段と高い疲れ強さを示している。比較法 (1) の試料 C は第 1 段階、第 3 段階のピーニング処理を経ているにも拘らず第 2 段階の熱処理を経ていないため、有効な残留圧縮応力層が形成されず、疲れ強さは従来法と同等である。また、比較法 (2) の試料 D は表面の残留圧縮応力値が高くてても残留圧縮応力層が薄いため、疲れ強さは向上していない。

さらに、本発明の試料 A と、従来法の試料 B との寿命を比較するために回転曲げ疲れ試験機を使用して破壊までの繰返し回数 G に対する累積破壊率 (H%) を測定した結果では第 2 図に示すように本発明法の試料 A の破壊までの寿命が格段に優れていることが実証された。この試験時の両試料 A , B の破壊形態は表面に破壊起点を持つものと、内部の非金属介在物を破壊起点とするものとの 2 種類に分類され、第 4 表はこの寿命試験における 2 種類の破壊形態の出現度を示したものである。

従来法の試料 B では表面の残留圧縮応力値が低いため、すべて表面から破壊し、かつ、寿命も短いものが多い。一方、本発明法の試料 A では内部に破壊起点をもつものが約 30% 出現し、かつ、寿命も増大している。試料 A , B は第 2 表に示したように表面粗さはほぼ同等であるから、この差は表面部の残留圧縮応力値の差異に起因していることが明らかである。

また、第 1 表に示す処理履歴を経た本発明法の試料 A に対し更に第 2 段階の熱処理および第 3 段階の液体ホーニング処理を加え、3 回のピーニング処理を行った試料 A' の残留圧縮応力層の残留圧縮応力曲線を第 4 図に示す。なお、液体ホーニ

ング処理におけるピーニング条件はアークハイト 0.04 mm A である。この試料 A' の残留圧縮応力分布はショットピーニング処理、ドライホーニング処理、および液体ホーニング処理の 3 回の処理による各残留圧縮応力曲線を合成した分布曲線を描いて変化し、表面の残留圧縮応力値は更に高くなっている。

なお、加工エネルギーが小さいピーニング処理の場合、アークハイトの測定は通常試験板 N 種が使用され、本実施例の各試料についても試験板 N 種を使用した。試験板 N 種による測定値は試験板 A 種の測定値に換算することができるため、アークハイト値はすべて試験板 A の値に換算して表示した。

また、上記試験結果では耐疲れ特性に関連する効果をとくに例示したが、ピーニング処理による残留圧縮応力層の形成は耐応力腐食に対しても有効であることが知られており、本発明方法が耐応力腐食に対しても有効であることが自明である。
(発明の効果)

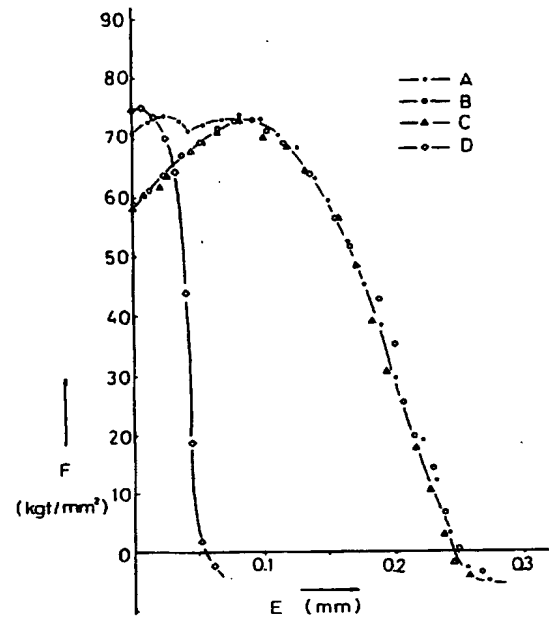
すなわち、本発明は第 1 段階として残留圧縮応力層の厚さを増大するために処理深度を増大しうるピーニング条件で被処理材をピーニング処理してから、第 2 段階として 100°C ～ 300°C の温度条件で被処理材を熱処理し、次に、第 3 段階として表面の残留圧縮応力値を増大するために表面の残留圧縮応力値が最大となるピーニング条件で被処理材をピーニング処理し、さらに、最終段階の処理後の表面残留圧縮応力値が最終段階以前の表面残留圧縮応力値以上となるように前記第 2 段階の処理と前記第 3 段階の処理とを反復することによって、優れた残留圧縮応力分布をもつ残留圧縮応力層を形成して金属材料の耐疲労特性、耐応力腐食特性、寿命等を良化向上しうる効果を有する。

4. 図面の簡単な説明

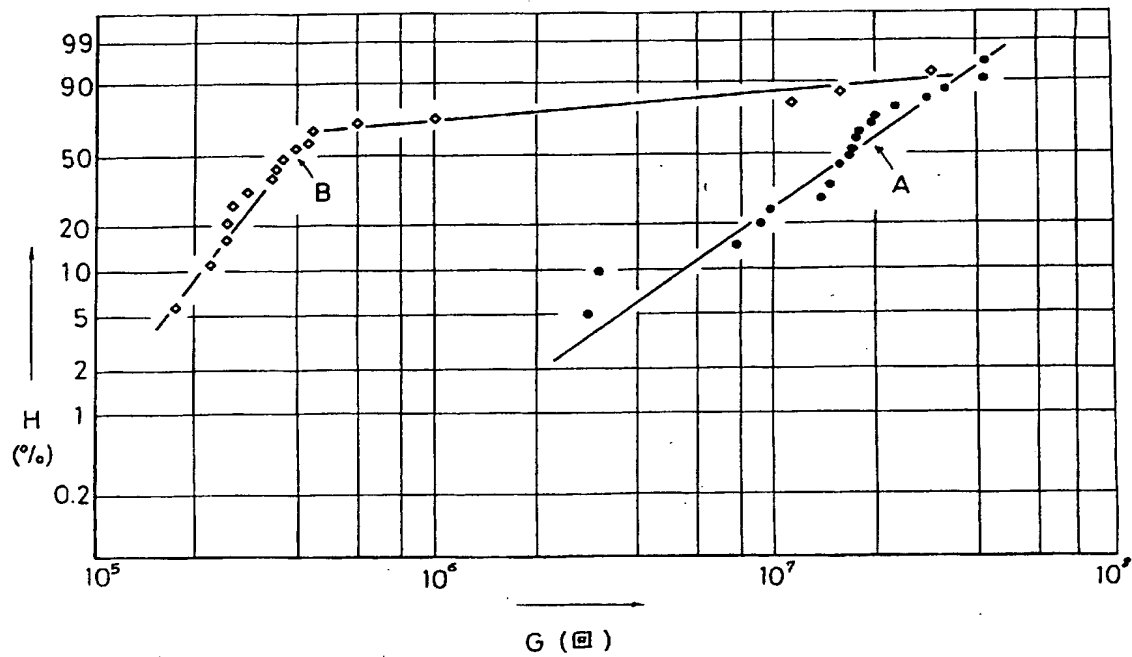
第 1 図は本発明法、従来法、比較法でそれぞれ処理した各試料について表面からの深さに対する残留圧縮応力値をプロットした残留圧縮応力曲線図、第 2 図は本発明法および従来法でそれぞれ処

理した試料について破壊までの繰返し回数に対する累積破壊率を試験した結果をワイブル確率紙上にプロットした特性図、第3図は3回のピーニング処理を実施した本発明法の試料の残留圧縮応力曲線図である。

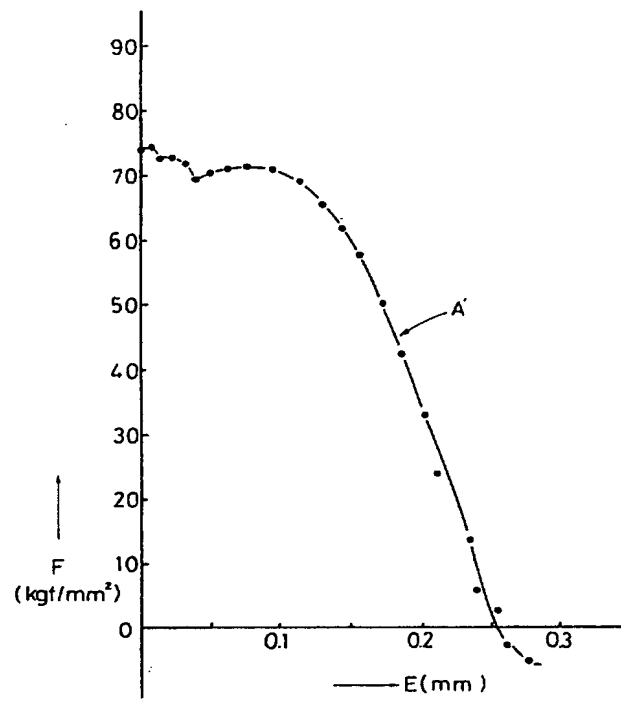
出願人 株式会社 東郷製作所
代理人 弁理士 岡田 英彦



第 1 図



第 2 図



第 3 図